



# La sidérurgie ancienne : bilan, diffusion des savoirs, perspectives de recherche

Christian Dupuy

## ► To cite this version:

Christian Dupuy. La sidérurgie ancienne : bilan, diffusion des savoirs, perspectives de recherche. Études africaines / État des lieux et des savoirs en France 1ère Rencontre du Réseau des études africaines en France, Dec 2006, Paris, France. halshs-00986655

**HAL Id: halshs-00986655**

**<https://shs.hal.science/halshs-00986655>**

Submitted on 6 May 2014

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## **La sidérurgie ancienne : bilan, diffusion des savoirs, perspectives de recherche**

Enregistrement audio : <http://etudes-africaines.cnrs.fr/atelier/la-siderurgie-ancienne-bilan-diffusion-des-savoirs-perspectives-de-recherche/>

Vendredi 1er décembre / 9h00 / Salle KS1.260

**Contribution de Christian Dupuy (Archéologue, UMR 5060 Laboratoire de Métallurgies et Cultures, Université Technologie de Belfort Montbéliard)**

### **Résumé**

Vingt cinq siècles, peut-être plus, nous séparent des premières opérations sidérurgiques menées en Afrique sub-tropicale. De multiples innovations sont apparues au fil du temps comme l'atteste en dernier ressort la variété des dispositifs de réduction des minerais de fer utilisés au début du 20<sup>e</sup> siècle. Cette diversité unique au monde rend particulièrement fascinante l'étude de cette histoire technologique, laquelle demeure encore largement inconnue. L'insuffisance des prospections et la rareté des fouilles archéologiques expliquent cette situation. Des recherches en cours, combinant observations de terrain et analyses de laboratoire, et tenant compte des apports de l'ethnologie et des savoir-faire d'anciens métallurgistes, montrent qu'il est possible d'avancer, suivant des échelles régionales, dans la connaissance de l'histoire de la production du fer, de l'extraction des minerais jusqu'à la commercialisation des produits finis. A terme deux questions pourront être traitées sur de nouvelles bases : celle de la diffusion des savoirs (mobilité des artisans du fer, transmission de proche en proche et/ou convergences technologiques) et celle des échanges à grande distance.

Mots clés : fer, Afrique, chaîne opératoire en sidérurgie directe.

### **I. Introduction**

La recherche en sidérurgie ancienne prend un essor sans précédent en France et en Afrique à partir des années 1980. Cette dynamique nouvelle est due en grande partie à l'enseignement et/ou aux travaux de terrain de Paul Benoit, Jean Devisse, Claude Domergue, Nicole Echard, Philippe Fluzin, Jean Baptiste Khiétéga, Michel Mangin et Pierre de Maret. Les effets ne se font pas attendre. Au niveau universitaire d'abord, six thèses à vocations historique et ethno-archéologique consacrées à la production et au travail du fer en Afrique sont soutenues à Paris 1 entre 1986 et 2004 (Hamady Bocoum, Elysée Coulibaly, Joseph-Marie Essomba, Elizabeth Vignati-Pagis, Félix Yanda, Etienne Zangato). Parallèlement, plusieurs missions franco-africaines sont réalisées dans le cadre d'accords de coopération. Celles-ci permettent l'inventaire et/ou la mise au jour de vestiges sidérurgiques de natures et d'âges variés (Valérie Chièze, Christian Dupuy, Danilo Grébénart, Gérard Quéchon, Richard Oslisly, Robert Vernet, Jean-Pierre Warnier). Dans le même temps, des chercheurs appartenant à diverses institutions encouragent les rares métallurgistes fondeurs africains ayant encore connaissance des

procédés traditionnels de réduction des minerais de fer à produire du fer devant eux. Des reconstitutions sont menées, leur déroulement est filmé et enregistré dans les détails (Georges Celis, Nicholas David, Nicole Echard, Randi Haaland, Eric Huysecom, Bruno Martinelli, Hans Peter-Hahn, Peter R. Schmidt, Christian Seignobos, Francis et Eliane Van Noten, Sabine Weingarten). Toujours à la même époque, plusieurs expérimentations sont conduites en France ; celles-ci visent à répondre aux questions que soulèvent les vestiges sidérurgiques mis au jour au cours de fouilles de sauvetage. Ces travaux contribuent à une meilleure connaissance des procédés physico-chimiques en jeu à chaque étape de la chaîne opératoire et, simultanément, à une caractérisation fine des différents produits obtenus sous l'action des traitements thermo-mécaniques successifs que les forgerons font subir au fer (Philippe Andrieux, Sandra Cabboï, Christophe Dunikowski, Philippe Fluzin, Marc Leroy, Paul Merluzzo).

## **II. Un fonds documentaire à constituer rapidement**

Vingt cinq siècles, peut-être plus, nous séparent des premières opérations sidérurgiques menées en Afrique. De multiples innovations sont apparues au fil du temps comme l'atteste en dernier ressort la variété des dispositifs de réduction des minerais de fer utilisés au début du 20<sup>e</sup> siècle. Cette diversité unique au monde rend particulièrement fascinante l'étude de cette histoire technologique, partie intégrante de l'histoire des arts du feu. Malheureusement il manque en France et de par le monde une ou plusieurs bibliothèques spécialisées dans ce domaine. Un grand nombre des publications et des rapports existants est difficile à se procurer, voire seulement à consulter, ces documents se trouvant dispersés dans divers instituts français et étrangers. Il nous paraît donc urgent d'éliminer ce défaut préjudiciable pour la recherche par la constitution d'un fonds documentaire qui soit accessible en ligne. Reste à trouver les moyens financiers et à déterminer la (ou les) structure(s) (Université, CNRS, IRD, Musée ?) à même de réunir cette documentation et d'en assurer la diffusion. Pour ce faire une concertation entre spécialistes s'impose.

La documentation existante permet, sur recoupements d'informations, de dresser un état des connaissances, au moins en ce qui concerne l'histoire technologique du fer en Afrique depuis l'extraction du minerai jusqu'à l'obtention du métal par réduction. Nous n'aborderons pas ici le domaine des croyances, des rapports sociaux et des contextes politiques et économiques associés à la sidérurgie, ni celui de l'évolution des forêts selon les besoins en combustible, si précieux soient ces domaines pour traiter des questions de la transmission des savoirs et des savoir-faire entre générations, de leur diffusion de proche en proche et de la mobilité des peuplements. Ces aspects pourront être développés lors des prochaines rencontres du réseau des études africaines. Quant aux processus physico-chimiques en jeu dans l'obtention du fer, puis dans la fabrication des objets, et aux méthodes archéométriques permettant de caractériser les produits à chaque étape de la chaîne opératoire, nous invitons les lecteurs désireux d'en savoir plus à se reporter à l'ouvrage de référence à ce sujet *Le fer* paru en 2004 aux éditions errance sous la direction de Michel Mangin.

## **III. Quelle valeur accordée aux datations C<sup>14</sup> sur charbons ?**

Trop souvent, des datations C<sup>14</sup> sur charbons sont publiées sans que l'on sache où se situent les charbons analysés par rapport aux structures métallurgiques qu'ils sont supposés dater. Cette imprécision pose problème. Il suffit d'observer aujourd'hui combien, sur des sols nus de fin de saison sèche ou sur des sols soumis à l'érosion et à la déflation, les charbons s'éloignent de leur position originelle sous les actions exclusives ou conjuguées du vent, des ruissellements, des passages des hommes et des

animaux. Après déplacement, certains d'entre eux peuvent se retrouver au voisinage immédiat de vestiges métallurgiques appartenant à d'autres époques. Les âges  $C^{14}$  fournis par ces charbons «flottants» ou «en position secondaire» seront alors sans relation chronologique avec l'âge des vestiges métallurgiques qui leur sont contigus. Seuls les charbons inclus dans des scories ou prisonniers dans des structures fermées, à savoir à l'intérieur de fours ou dans des amoncellements de scories appelées «ferriers», ou bien intégrés dans une chrono-stratigraphie non perturbée et donc en «position primaire», sont à considérer comme des éléments de datation pertinents. Certes, on objectera que, même dans ces situations particulières, des charbons tirés de vieilles souches ont pu être utilisés comme combustible et que, dans cette condition, leur âge  $C^{14}$  vieillira l'activité métallurgique qu'ils sont supposés dater. Mais cette objection n'a pas grande valeur pour l'Afrique sub-saharienne tant est infime la probabilité pour qu'un tel fait se produise, surtout en milieux sahélien et soudano-guinéen où l'humidité et les termites ont vite raison de la conservation à l'air libre des vieilles souches d'arbres. De plus, maintes observations ethnologiques montrent que les sidérurgistes produisent le charbon nécessaire à leur activité à partir d'arbres et de branches récemment abattus. En d'autres termes, il n'est fait nulle part mention de métallurgistes déterrants du vieux bois pour fabriquer du charbon.

Pour éviter les écueils des datations sur charbons, la thermoluminescence sur les conduits de ventilation, sur les plaques d'argiles liées aux structures en élévation des fours ou bien sur le sédiment cuit au contact des culots de scorie... pourrait être utilisée. En effet, ces divers éléments sont datables par cette méthode avec une précision convenable à condition de pouvoir mesurer *in situ*, aux points précis de prélèvement des objets à dater, la radioactivité du milieu d'enfouissement.

Les débats en cours sur l'origine de la sidérurgie en Afrique et sur les voies et processus de diffusion de cette technologie gagneront en sérénité lorsque l'on disposera de repères chronologiques mieux assurés et plus nombreux que ceux sur lesquels s'appuient actuellement les raisonnements.

#### **IV - L'extraction et la concentration du minerai**

Il ressort de la documentation portée à notre connaissance que le minerai est souvent tiré de formations gréseuses souterraines atteintes grâce des puits d'une profondeur de 1 à 20 mètres pour des diamètres de 1 à 2 mètres avec ou sans galeries latérales aménagés au fond des puits. Il est aussi parfois extrait de fosses de formes diverses creusées dans des terrains meubles contenant des fragments de roche ou des nodules de pierre issus du démantèlement de formations gréseuses plus ou moins métamorphisées. Le concassage et le tri par couleur et par masse du minerai sont réalisés, soit sur la zone d'extraction, soit sur le lieu de la réduction souvent situé à l'écart des carrières, rarement à plus d'une vingtaine de kilomètres. Se présentant à ce stade sous forme de cailloux centimétriques et anguleux, le minerai est ensuite quelquefois lavé au bord de rivières ou broyé sur des entablements rocheux à l'aide de molettes de pierre. Dans le nord du Cameroun, il est prélevé directement sous forme de poudre dans le lit asséché des cours d'eau où il se trouve naturellement concentré par les écoulements. Dans les zones de forêt, il est systématiquement séché (et grillé si il contient du soufre qui va ainsi être partiellement éliminé) dans des fosses hémisphériques remplies de bois ou de charbon de bois ou mis en tas sur des souches en feu quant il n'est pas directement jeté dans les flammes.

A l'avenir, le recensement des gîtes de minerais de fer mériterait d'être systématique. Les fragments de minerai prélevés sur place devraient être caractérisés sur les plans pétrographiques et géochimiques. Ces analyses sont fondamentales pour avancer dans la connaissance des processus physico-chimiques en jeu lors de la

réduction et pour tenter, *in fine*, des bilans matières par comparaison des teneurs en fer dans le minerai et dans les scories issues de sa réduction.

## **V – La réduction : une étape clef de la chaîne opératoire**

La plupart des fours de réduction connus à ce jour le sont grâce aux données ethnographiques du 20<sup>e</sup> siècle. Ceux plus anciens ayant fait l'objet de fouilles et de publications détaillées, demeurent l'exception. Il demeure impossible dans ces conditions de retracer l'histoire technologique de cette étape fondamentale qu'est la réduction du minerai. Les fours recensés au cours du 20<sup>e</sup> siècle se rangent dans deux familles avec, d'un côté, les fours à ventilation forcée nécessitant l'utilisation de tuyères et de soufflets actionnés par des souffleurs, et, de l'autre, les fours où l'air circule dans les cuves par convection naturelle sans intervention d'ouvriers.

### **V.1 - Les fours à tirage forcé**

Cette première famille est répandue à travers tout le continent. Elle comprend plusieurs types de four que l'on peut classer en trois groupes suivant leur niveau de complexité. Le premier groupe consiste en de simples fosses, pour la plupart hémisphériques, autour desquelles sont placées sur le sol une ou plusieurs tuyères, à moins que celles-ci ne soient fichées en partie inférieure d'une coupole de terre cuite, tronquée et ajourée à son sommet ou implantées dans l'épaisseur d'une couronne d'argile modelée pour circonscrire au plus près l'excavation ou attenante à une superstructure quadrangulaire constituée de troncs de bananiers entrecroisés. Le volume de minerai traité dans ces fours est limité. L'éponge de fer recueillie en fin de réduction est de petite taille, d'une masse rarement supérieure à 1kg. De plus, elle se trouve intimement liée à la scorie présente dans le fond de la fosse. L'éponge est alors dite sale ou grossière. Le deuxième groupe se caractérise par une hauteur de cuve plus importante. Ces fours peuvent être chargés en minerais et en charbons à plusieurs reprises. Il en découle l'obtention d'éponges plus volumineuses que celles se formant à l'intérieur des dispositifs de taille plus modeste. Le troisième groupe s'apparente sur le plan architectural au groupe des fours précédents. Il s'en différencie toutefois par la présence d'ouvertures basales et/ou de rigoles permettant à la scorie de s'écouler vers l'extérieur de la cuve au cours de la réduction. Les masses de matériaux traités par ces fours dépassent la centaine de kg et les éponges produites, plus riches en fer que les précédentes, pèsent parfois plusieurs dizaines de kg. Nous rangeons dans ce groupe les fours du Nord Cameroun qui offrent la particularité d'être pourvus de superstructures tronconiques ou cylindriques à base de pierres sèches jointoyées à l'argile adossées à un massif rocheux. Une tuyère verticale d'une longueur de 0,65m à 1,50m est fixée sur une plateforme construite au dessus de la cuve. La ventilation est forcée du haut vers le bas grâce à des soufflets placés devant la tuyère. Deux ouvertures frontales sont aménagées dans l'édifice : l'une située à hauteur d'homme permet le chargement en minerai de fer et en charbon de bois et simultanément, après la mise à feu, l'évacuation des fumées, l'autre en partie basse est fermée par une paroi d'argile, laquelle est régulièrement percée pour que la scorie s'écoule vers l'extérieur de la cuve, évitant ainsi le bouchage du nez de la tuyère.

### **V.2 - Les fours à induction naturelle**

Cette famille de four est bien représentée dans les zones de savane où l'air est sec après la saison des pluies. En revanche, aucun four de ce type n'est recensé en zone de forêt où le taux d'humidité est élevé tout au long de l'année. La forme et les dimensions des cellules de combustion sont très variables. Les plus gros fourneaux connus sont ceux du Pays mossi (Burkina Faso) : les colonnes en argile atteignaient ici 6m de hauteur. Au

terme de deux ou trois jours de fonctionnement, des éponges de fer parfois de plus de 100kg étaient récupérées à la base de ces structures. En pays hausa au Niger, des colonnes tronconiques d'argile étaient utilisées à plusieurs reprises sur des foyers aménagés dans le sol par déplacement de l'édifice sur un nouveau foyer après chaque opération de réduction. Ces fours fonctionnaient parfois simultanément en batterie dans un même site.

### **V. 3 – Nécessité de multiplier les études régionales**

Il est malheureusement impossible de retracer l'histoire technologique ayant présidé à la diversité des dispositifs de réduction dont la présentation ci-dessus donne un rapide aperçu qui ne prétend pas à l'exhaustivité. L'insuffisance des prospections et la rareté des fouilles archéologiques expliquent cette situation. Seules des études régionales pourraient permettre de faire avancer nos connaissances en ce domaine par l'établissement de typologies aussi longues et précises que possibles. A partir de ces classements et de l'estimation des quantités de déchets métallurgiques produits, époque par époque, on pourra saisir les rapports qu'ont entretenus les sociétés du passé avec l'économie des métaux. En effet, à partir d'une technologie de réduction connue, il est possible d'établir des correspondances entre volumes de déchets sidérurgiques engendrés et masses de fer brut obtenues. La connaissance des contextes archéologiques associés devrait alors permettre de distinguer parmi les productions, celles conjoncturelles d'agriculteurs métallurgistes qui satisfaisaient à la demande en objets métalliques de communautés villageoises, de celles plus conséquentes qui étaient destinées à un large marché sous le contrôle d'une autorité locale, d'un royaume ou d'un Empire, sans oublier les cas particuliers de fabrications d'objets cérémoniels pour servir aux rituels religieux ou au prestige des familles au pouvoir.

### **VI – Les opérations post-réductions : un vide dans la connaissance historique**

L'éponge de métal récupérée au terme de la réduction doit être débarrassée de ses impuretés. Pour ce faire, elle est martelée et/ou purifiée dans des fours réservés à cet effet. Les loupes et les lingots issus de ces traitements peuvent alors être travaillés par le forgeron pour la réalisation des objets finis. Ces opérations post-réduction laissent au sol des traces plus ténues et plus discrètes que la réduction des minerais. Cela explique pourquoi les sites d'épuration et de forges inventoriés et fouillés à ce jour se comptent sur les doigts d'une main. De fait, les techniques de raffinage, de forgeage et de soudage de même que les traitements thermiques de l'acier, si bien documentés soient-ils à travers quelques enquêtes ethnologiques, échappent encore totalement à l'histoire de la sidérurgie africaine.

### **VII. Conclusion**

Les travaux de ces vingt dernières années ont beaucoup apporté à la connaissance de la chaîne opératoire du fer en sidérurgie directe. Les résultats obtenus sont très précieux en ce sens qu'ils servent aujourd'hui de référentiel pour la définition des études interdisciplinaires à venir. Celles-ci passent par la multiplication des fouilles archéologiques et par l'obtention de séries de dates bien assurées. Tout cela permettra à terme de traiter sur de nouvelles bases plusieurs questions fondamentales sur le plan historique : celle des rapports qu'ont entretenus les sociétés du passé avec l'économie du fer en fonction de leur organisation politique, celle de la diffusion des savoirs (mobilité des artisans du fer, transmission de proche en proche et/ou convergences technologiques) et celle des échanges à grande distance. Parallèlement, il est important que les instituts de recherche africains acquièrent le matériel indispensable pour une

étude intra-muros des vestiges sidérurgiques livrés par les fouilles et que soit formé en conséquence le personnel technique. Comme il est déjà indiqué ci-dessus, la diversité des systèmes de réduction des minerais de fer utilisés jusqu'au milieu du 20<sup>e</sup> siècle en Afrique sub-saharienne constitue un fait unique au monde. Valoriser ce fait par des reconstitutions et/ou des expérimentations présenterait un grand intérêt : celui de faire découvrir aux populations locales l'histoire pluriséculaire très originale de la sidérurgie africaine. Ainsi pourraient-elles s'approprier cette histoire à multiples facettes. Toute acquisition de connaissances dans le domaine technologique transcende les clivages communautaires et a donc un effet fédérateur, garant en retour d'un fonctionnement équilibré des institutions.

## **Bibliographie**

BENOIT P., FLUZIN P. (dir.), 1995 – *Paléoméallurgie du fer et Cultures*. Paris, Edition AEDEH, 542 p.

BOCOUM H. (dir.), 2002 – *Aux origines de la métallurgie du fer en Afrique. Une ancienneté méconnue. Afrique de l'Ouest et Afrique centrale*. Paris, Editions UNESCO, 240 p.

BOCOUM H., MCINTOSH S. K., 2002 – *Fouilles à Sincu Bara*. Dakar, IFAN/Cheikh Anta Diop, CRIAA – Université de Nouakchott, 197 p.

BREUNING P., 2009 – « Cultural Change in the First Millenium BC – Evidence from Nigeria , West Africa », in : MAGNAVITA S., LASSINA KOTE, BREUNIG P., IDE O. A. (dir.), *Crossroads / Carrefour Sahel. Cultural and technological developments in first millenium BC/AD West Africa*. Africa Magna Verlag : Journal of African Archaeology Monograph Series, Vol. 2, p. 15-26.

CAMPS G., 1997 – « Age du fer », *Encyclopédie Berbère*, XVIII, EDISUD, Aix en Provence, p. 2753-2763

CELIS G., 1991 – *Les fonderies africaines du fer, un grand métier disparu*. Frankfurt, Museum für Völkerkunde, 225 p.

COULIBALY E., 2006 – *Savoirs et savoir-faire des anciens métallurgistes d'Afrique. Procédés et techniques de la sidérurgie directe dans le Bwamu (Burkina Faso et Mali)*. Paris, Editions Karthala, 422 p.

DAVID N., HEIMANN R., KILICK D., WAYMAN M., 1989 – « Between bloomery and blast furnace : Mafa iron-smelting technology in North Cameroon », *The African archaeological Review*, 7, p. 84-208.

DEME A., MCINTOSH S.K., 2006 – « Excavations at Walaldé : New light on the Settlement of the Middle Senegal Valley by Iron-Using Peoples », *Journal of African Archaeology*, vol. 4 (2), p. 317-347.

DESCOEUDRES J.-P., HUYSECOM E., SERNEELS V., ZIMMERMAN J.-L. (dir.), 2001 – *Aux origines de la métallurgie du fer. L'Afrique et le bassin méditerranéen*. Sydney, Mediterranean Archaeology, Vol. 14, 307 p.

DUNIKOWSKI C., CABBOI S., 1995 – *La sidérurgie chez les Sénons : les ateliers celtiques et gallo-romains des Clérimois (Yonne)*. Paris, DAF, 51, Maison des Sciences de l'Homme, 186 p.

DUPRE M.-C., PINCON B., 1997 – *Métallurgie et politique en Afrique centrale*. Paris, Editions Karthala, 266 p.

DUPUY C., 2014 – « Le fonctionnement d'un four de réduction daté de l'âge ancien du Fer à Koussané (bassin supérieur du Sénégal, Mali) », Actes du Colloque *Les chemins du fer* : 20 pages (sous presse)

DUPUY C., FLUZIN P., PLOQUIN A., DURAND A., ROLANDO C., 2001/2002 – « Nouvelles données sur l'Age ancien des métaux au Mali », *Sahara*, 13, p. 61-90.

DUPUY C., ROLANDO C., 1999 – « Un four de métallurgie du fer en stratigraphie à Koussané (Mali) : fouille, anthracologie et datations sur charbons », in : EVIN J., OBERLIN C., DAUGAS J. P., SALLES J. F. (dir.), *<sup>14</sup>C et Archéologie*. Paris, Revue d'Archéométrie Supplément et Société Préhistorique Française, 26, p. 381-385.

ECHARD N., 1965 – « Notes sur les forgerons de l'Ader », *Journal de la Société des Africanistes*, XXXV, 2, p. 353-372.

ECHARD N., 1968 – *Noces de feu*. Paris, film 16mm, Comité du Film Ethnographique.

ECHARD N. (dir.), 1983 – *Métallurgies africaines, nouvelles contributions*. Paris, Mémoire de la Société des Africanistes, 9, 339 p.

ECHARD N., 1983 – « Scories et symboles. Remarques sur la métallurgie hausa du fer au Niger », in : ECHARD N. (dir.), *Métallurgies africaines, nouvelles contributions*. Paris, Mémoire de la Société des Africanistes, 9, p. 209-224.

EICHHORN B., 2012 – « Woody resource exploitation for iron metallurgy of the Fiko Tradition : implications for the environmental history of the Dogon Country, Mali », in : ROBION-BRUNNER C. et MARTINELLI B. (dir.), *Métallurgie du fer et Sociétés africaines. Bilans et nouveaux paradigmes dans la recherche anthropologique et archéologique*, Oxford, Cambridge Monographs in African Archaeology 81, BAR International Series 2395, p.141-151.

ESSOMBA J.-M. (dir.), 1992 – *L'archéologie au Cameroun*. Paris, Editions Karthala, 383 p.

FABRE J.-M., 2012 – « La vallée du Beli (Markoye, Burkina Faso) : un important district sidérurgique au temps des grands empires », in : FAUVELLE-AYMAR FR.-X. (dir.), *Palethnologie de l'Afrique*. Toulouse, *P@lethnologie*, 4, p. 195-209.

FAGG B., 1969 – « Recent work in West Africa : new light on the Nok Culture », *World Archaeology*, Vol. 1, n° 1, Recent Work and New Approaches (Jun., 1969), p. 41-50.



FLUZIN P., 1996 – *Etudes métallographiques d'échantillons métallurgiques du site de Koussané (Haut-Sénégal – Mali)*. Belfort, Institut Polytechnique de Sévenans, étude non publiée, 7 p.

FLUZIN P., BENOIT P., KIENON H.T., KIETHEGA J.B., EL KEDIM O., 1995 – « Apports de l'archéométrie à la restitution de la chaîne opératoire des procédés sidérurgiques directs à partir des vestiges archéologiques ; intérêt des comparaisons ethnoarchéologiques », in : MAGNUSSON G. (dir.), *The Importance of Ironmaking, Technical Innovation and Social Change*. Stockholm, p. 56-64.

FLUZIN P., PLOQUIN A., SERNEELS V., 2000 – « Archéométrie des déchets de production sidérurgique. Moyens et méthodes d'identification des différents éléments de la chaîne opératoire directe », in : DOMERGUE C., LEROY M. (dir.), *Mines et métallurgies en Gaule*. Gallia, 57, CNRS, p. 101-121.

FRANCIS-BŒUF C., 1937 – « L'industrie autochtone du fer en Afrique occidentale française », *Bulletin du Comité d'études historiques et scientifiques de l'Afrique occidentale française*, 20, p. 403-454.

GARDI R., 1953 – *Mandara – unbekanntes Bergland in Kamerun*. Zurich, Orell Füssli Verlag.

GARDI R., 1959 – *Eisengeuinnung in den Mandarabergen*. Göttinger, Institut für den Wissenschaftlichen Film et Bâle, Musée d'Ethnographie. Film 19 mm.

GREBENART D., 1988 – *Les premiers métallurgistes en Afrique occidentale*. Paris, Editions errance, 290 p.

HAALAND R. ET SHINNIE P. (dir.), 1985 – *African Iron Working, ancient and traditional*. Norwegian University Press

HINDERLING P., 1953 – *Eisengewinnung und Eisenuerarbeitung in den Mandarabergen*. Basel, Museum für Volkskunde, Film, 17 mm.

HINDERLING P., 1955 – « Schmelzöfen und Eisenverarbeitung in Nord- Kamerun », *Stahl und Eisen*, 75, p. 1263-1266.

HUYSECOM E., 1996 – *Inagina, l'ultime Maison du Fer*. Genève, PAVE. Film vidéo, 52 min.

KANTE N., 1993 – *Forgerons d'Afrique noire. Transmission des savoirs traditionnels en pays malinké*. Paris, L'Harmattan, 269 p.

KIETHEGA J.-B., 2006 – *La métallurgie lourde du fer au Burkina Faso. Une technologie à l'époque précoloniale*. Paris, Editions Karthala, 492 p.

LEBEUF J. P., 1961 – *L'habitation des Fali, montagnards du Cameroun septentrional*. Paris, Hachette, 608 p.

LEROY M., MERLUZZO P., 1998 – *Les ateliers sidérurgiques médiévaux de Saint-Dizier (Haute Marne)*. Bulletin de la Société Archéologique Champenoise, 91, 4, 126 p.

LEROY M., MERLUZZO P., FLUZIN P., LECLERE D., AUBERT M., PLOQUIN A., 2000 – « La restitution des savoir-faire pour comprendre un procédé technique : l'apport de l'expérimentation en archéologie du fer », *in* : PETREQUIN P., FLUZIN P., THIRIOT J., BENOIT P. (dir.), *Arts du feu et productions artisanales*. Antibes, APDCA, p. 37-51.

LEVY-LUXEREAU A., 1983 – « Métallurgie dans le Sahel nigérien : contraintes de l'écosystème, effets de la technique. Un exemple de la région de Maradi (Niger) », *in* : ECHARD N. (dir.), *Métallurgies africaines, nouvelles contributions*. Paris, Mémoire de la Société des Africanistes, 9, p. 225-236.

MANGIN M. (dir.), 2004 – *Le fer*. Paris éditions errance, Collection « archéologiques », 239 p.

MANGIN M., COURTADON J.-L., FLUZIN P., LACLOS E. (de), 2000 – *Village, forges et parcellaire aux sources de la Seine. L'agglomération antique de Blessey-Salmaise (Côte-d'Or)*. Presses universitaires franc-comtoises, Annales littéraires de l'Université de Franche-Comté, vol. 699, série "Environnement, Sociétés, Archéologie", n°2, 517 p.

MARET P. (de), 2002 – « L'Afrique centrale : le "savoir-fer" », *in* : BOCOUM H. (dir.), *Aux origines de la métallurgie du fer en Afrique. Une ancienneté méconnue. Afrique de l'Ouest et Afrique centrale*. Paris, Editions UNESCO, p. 123-131.

MARIAUX A., 1979 – *Nature et périodicité des cernes dans les arbres de la zone tropicale sèche en Afrique de l'Ouest*. Nogent sur Marne, Centre technique forestier tropical, division d'anatomie.

MARTINELLI B., 2000 – « Le choix de la combustion lente. Mutation technique et mutation sociale au Yatenga, Burkina Faso », *in* : PETREQUIN P., FLUZIN P., THIRIOT J., BENOIT P. (dir.), *Arts du feu et productions artisanales*. Antibes, APDCA, p. 123-142.

MAYDELL H.-J. (von), 1983 – *Arbres et arbustes du Sahel. Leurs caractéristiques et leurs utilisations*. Eschborn, Verlag Josef Margraf, 531p.

MCINTOSH S. K. (dir.), 1994 – *Excavations at Jenné-Jeno, Hambarketolo and Kaniana (Inland Niger Delta, Mali), the 1981 Season*. Berkeley and Los Angeles, University of California Press 20.

MCINTOSH S. K., MCINTOSH R. J., 1980 – *Prehistoric investigations in the Region of Jenne, Mali : a study in the developpment of Urbanism in the Sahel*. Oxford, Cambridge Monographs in African Archaeology 2, BAR International Series 89.

MONINO Y. (dir.), 1991 – *Forges et forgerons*. Actes du IV<sup>e</sup> colloque Mega-Tchad, Paris, Editions ORSTOM, Collections Colloques et Séminaires, 385 p.

PETREQUIN P., FLUZIN P., THIRIOT J., BENOIT P. (dir.), 2000 - *Arts du feu et productions artisanales*. Antibes, Editions APDCA, 628 p.

PLOQUIN A., 1995 – « Une base de données dévolue aux compositions chimiques des scories et produits associés à la paléosidérurgie », *in* : BENOIT P., FLUZIN P. (dir.),

*Paléoméallurgie du fer et cultures*. Belfort, Institut Polytechnique de Sévenans, A.E.D.E.H./Vulcain. p. 99-107.

ROBION-BRUNNER C., 2010, *Forgerons et sidérurgie en pays dogon. Vers une histoire de la production du fer sur le plateau de Bandiagara (Mali) durant les empires précoloniaux*, Francfort, Africa Magna Verlag, Journal of African Archaeology Monograph Series, Vol. 3, 167 p.

ROBION-BRUNNER C., 2012 – « Enjeux et apports des données ethnohistoriques à une reconstitution historique de la sidérurgie ancienne du Pays dogon (Mali) », in : FAUVELLE-AYMAR FR.-X. (dir.), *Palethnologie de l'Afrique*. Toulouse, *P@lethnologie*, 4, p. 211-236.

ROBION-BRUNNER C., MARTINELLI B., (dir.), 2012 – *Métallurgie du fer et Sociétés africaines. Bilans et nouveaux paradigmes dans la recherche anthropologique et archéologique*. Oxford, Cambridge Monographs in African Archaeology 81, BAR International Series 2395, 258 p.

SASSOON H., 1964 – « Iron-smelting in the hill village of Sukur, northeastern Nigeria », *Man*, 64, p. 774-778.

SCHMIDT P. R., 1997 – *Iron Technology in East Africa. Symbolism, Science and Archaeology*. Bloomington/Indianapolis, Indiana University Press, 328 p.

SEIGNOBOS C., 1991 – « Les Murgur ou l'identification ethnique par la forge (Nord Cameroun) ; annexe : trois réductions du fer », in : MONINO Y. (dir), *Forges et forgerons*. Actes du IVe colloque Méga-Tchad, Vol. I, Edit. Orstom, p. 43-226.

SERNEELS V., 1993 – *Archéométrie des scories de fer. Recherches sur la sidérurgie ancienne en Suisse occidentale*. Lausanne, Cahiers d'Archéologie Romande, 67, 240 p.

SERNEELS V., 1995 – « A propos de quelques scories : le fer en Suisse romande », in : BENOIT P., FLUZIN P. (dir.), *Paléoméallurgie du fer et cultures*. Belfort, Institut Polytechnique de Sévenans, A.E.D.E.H./Vulcain. p. 21-28.

SERNEELS V., 1998 – « La chaîne opératoire de la sidérurgie ancienne », in : FEUGERE M., SERNEELS V. (dir.), *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*. Montagnac, Monographies instrumentum, 4, p. 7-44.

SERNEELS V., TIMPOKO KIENON-KABORE H., KOTE L., KOUAKOU KOUASSI S., RAMSEYER D., SIMPORE L., 2011 – « Origine et développement de la métallurgie du fer au Burkina Faso et en Côte d'Ivoire. Premiers résultats sur le site sidérurgique de Korsimoro (Sanmatenga, Burkina Faso) », *SLSA*, rapport annuel, p. 23-54.

SERNEELS V., TIMPOKO KIENON-KABORE H., KOTE L., KOUAKOU KOUASSI S., MAUVILLY M., RAMSEYER D., SIMPORE L., 2012 – « Origine et développement de la métallurgie du fer au Burkina Faso et en Côte d'Ivoire. Premiers résultats sur le site sidérurgique de Siola (Kaniasso, Denguélé, Côte d'Ivoire) », *SLSA*, rapport annuel, p. 113-143.

TREINEN-CLAUSTRE F., 1982 – *Sahara et Sahel à l'Age du fer. Borkou, Tchad*. Paris, Mémoire de la Société des Africanistes, 214 p.

TYLECOTE R. F., 1975 – « Iron Smelting at Taruga, Nigeria », *Journal of the Historical Metallurgy Society*, 5, p. 1-9.

VAUGHAN J. H., 1973 – « Engkyagu as artists in Marghi society », in : D'AZEVEDO W. L. (dir.), *The Traditional Artist in African Societies*. Bloomington, Indiana University Press, p. 162-193.

WENTE-LUKAS R., 1977 – « Fer et forgerons au sud du Lac Tchad (Cameroun, Nigeria) », *Journal des Africanistes*, 47, 2, p. 107-122.

### ***Débat sur les origines de la métallurgie du fer en Afrique***

ALPERN S. B., 2005 – « Did they or didn't they invent it ? Iron in Sub-Saharan Africa », *History in Africa*, 32, p.41-94.

CHIRIKURE S., 2010 – « On Evidence, Ideas and Fantasy : The Origins of Iron in Sub-Saharan Africa. Thoughts on É. Zangato & A.F.C. Holl's "On the Iron Front" », *Journal of African Archaeology*, Vol. 8(1), p. 25-28.

CLIST B., 2012 – « Vers une réduction des préjugés et la fonte des antagonismes : un bilan de l'expansion de la métallurgie du fer en Afrique sud-saharienne », *Journal of African Archaeology*, vol 10 (1), p. 71-84.

CRADDOK P., 2010 – « New Paradigms for Old Iron. Thoughts on É. Zangato & A.F.C. Holl's "On the Iron Front" », *Journal of African Archaeology*, Vol. 8(1), p. 29-36.

DUPUY C., 2008 – « Analyse de R. Bedaux, J. Polet, K. Sanogo & A. Schmidt (dir.), *Recherches archéologiques à Dia dans le Delta intérieur du Niger (Mali) : bilan des saisons de fouilles 1998-2003*. Leiden, Mededelingen van het Rijksmuseum voor Volkenkunde », *Sahara*, 19, p. 213-216.

DUPUY C., 2010 – « Analyse de S. Magnavita, L. Koté, P. Breunig & A. I. Idé (dir.), *Crossroads/Carrefour Sahel. Cultural and technological developments in first millennium BC/AD West Africa*. Frankfurt, Africa Magna Verlag, Journal of African Archaeology Series, Vol. 2 », *Sahara*, 21, p. 232-234.

EGGERT M., 2010 – « Too Old ? Remarks on New Evidence of Ironworking in North-Central Africa », *Journal of African Archaeology*, Vol. 8(1), p. 37-38.

KILLICK D., 2004 – « Review Essay. What do we know about African Iron Working ? », *Journal of African Archaeology*, Vol. 2(1), p. 97-112.

MACEachern S., 2010, « Thoughts on É. Zangato & A.F.C. Holl's "On the Iron Front" », *Journal of African Archaeology*, Vol. 8(1), p. 39-42.

POLE L., 2010, « Recent Developments in iron-working research in West Africa », in P. Allsworth-Jones (dir.), *West African Archaeology. New developments, new perspectives*, Oxford, BAR International Series 2164, p. 53-65.

ZANGATO É., 2008 – *Les ateliers d'Ôbouï. Premières communautés métallurgiques dans nord-ouest du Centrafrique*. Paris, Éditions Recherche sur les Civilisations.

ZANGATO É., HOLL A.F.C., 2010 – « On the Iron Front : New Evidence from North-Central Africa », *Journal of African Archaeology*, Vol. 8(1), p. 7-24.